LUCRAREA 11

RECONSTITUIREA ELEMENTELOR GEOMETRICE ALE UNUI ANGRENAJ CONIC CU DINȚI DREPȚI

1. Scopul lucrării

Restabilirea elementelor geometrice ale unui angrenaj conic cu dantura dreaptă, distrus.

2. Elemente teoretice

2.1. Definirea elementelor geometrice ale unei roți conice cu dinți drepți

Angrenajele conice fac parte din categoria transmisiilor cu axe concurente, remarcându-se angrenajele ortogonale, la care unghiul dintre axe este drept, deci suma semiunghiurilor conurilor de divizare sau chiar a conurilor de rostogolire este $\Sigma = \delta_1 + \delta_2 = 90^0$, pentru *angrenajele zero* sau *zero deplasate*.

La angrenarea roților conice, în locul cilindrilor de rostogolire se definesc conurile de rostogolire care rămân în contact pe generatoarea comună *OC*, iar cercurile de rostogolire vor rămâne tot timpul la această distanță față de centrul *O*, adică situate pe o suprafață sferică.

Dacă $\delta_2 = 90^0$ atunci roata dințată 2 devine plană şi conul ei de rostogolire devine un plan. Această roată este elementul de referință al sistemului de roți conice denumit *roata plană de referință* sau *cremaliera sferică* cu elemente standardizate [1] care reprezintă echivalentul cremalierei de referință pentru angrenajele cilindrice.

În cazul roților conice cu dinți drepți, roata plană de referință are flancurile plane şi direcția dinților este radială, iar roata conică se defineşte din condiția de angrenare cu roata plană de referință.

Definirea geometrică a danturilor conice se face pe roata plană de referință, iar profilul frontal exterior al roții plane, desfăşurat în plan, defineşte profilul de referință al danturii conice. *Profilul de referință* standardizat este raportat la linia pe care grosimea dinților este egală cu golul dintre dinți (linie de referință) şi corespunde conului frontal exterior.

Elementele profilului de referință sunt următoarele:

- unghiul de presiune normal de divizare: $\alpha_{0n} = 20^0$;
- coeficientul înălțimii capului de referință a dintelui: $h^*_{0a} = 1$;
- coeficientul înălțimii piciorului de referință a dintelui: $h^*_{0f} = 1,2$;

– coeficientul jocului de referinţă: $c_0^* = 0{,}2$;

– coeficientul razei de racordare la piciorul dintelui: $\rho_f^* \leq 0{,}3$.

2.2. Calculul geometric al angrenajului conic cu dinţi drepţi

Angrenajele conice cu dinţi drepţi se execută cu dinţi proporţional descrescători şi cu joc radial constant pe toată lăţimea danturii.

Geometric, un angrenaj conic este definit de profilul de referinţă, modulul danturii (la dinţi drepţi are aceeaşi valoare în plan frontal şi normal $m = m_t = m_n$), numerele de dinţi, unghiul dintre axe şi deplasările de profil.

Pentru restabilirea geometriei unui angrenaj distrus şi realizarea desenelor de execuţie prezintă importanţă următorii *parametri geometrici*, care se regăsesc în figura 1, [2]-[7]:

Numărul de dinţi la pinion z_1 *şi roată* z_2;

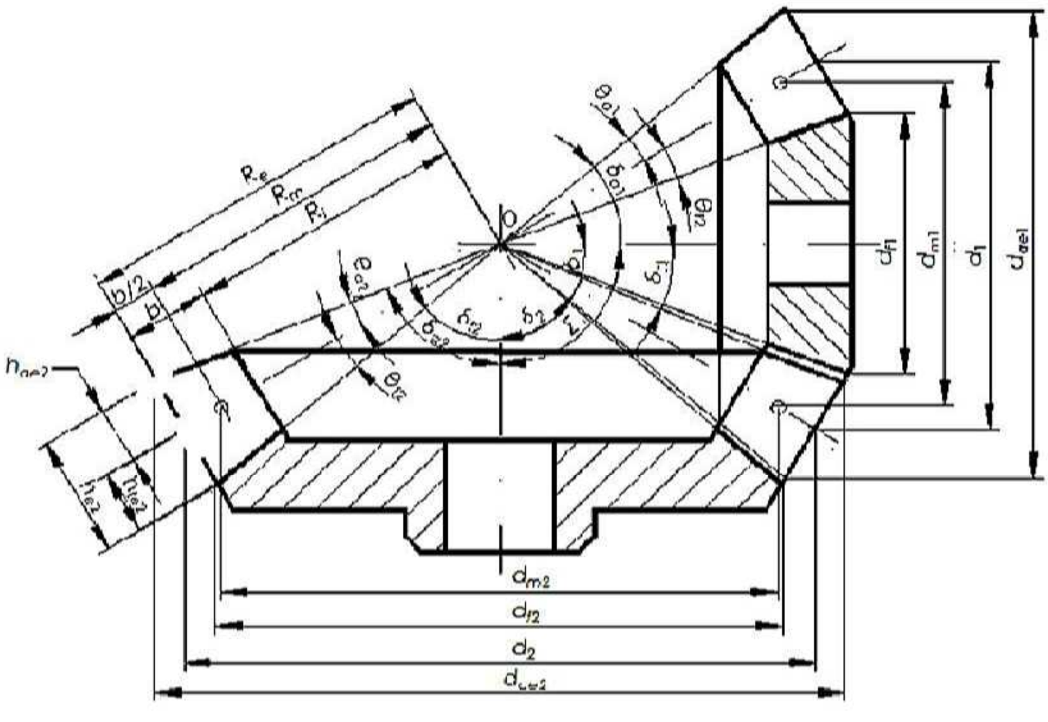


Fig. 1 *Elementele geometrice ale danturii angrenajului conic ortogonal cu dinţi drepţi*

Raportul de transmitere:

$$u = i_{12} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{\sin\delta_2}{\sin\delta_1} = \frac{d_2}{d_1} \quad \text{sau} \quad i_{12} = \mathrm{tg}\,\delta_2 = \frac{1}{\mathrm{tg}\,\delta_1} \tag{1}$$

Numărul de dinți al roții plane:

$$z_p = \frac{1}{\sin\Sigma} \cdot \sqrt{z_1^{\,2} + z_2^{\,2} + 2 \cdot z_1 z_2 \cdot \cos\Sigma} \tag{2}$$

Lungimea exterioară a generatoarei de divizare:

$$R_e = (m \cdot z_p)/2 \tag{3}$$

Lățimea danturii:

$$b \le 0{,}3 \cdot R_e \ \text{ şi } \ b \le 10 \cdot m \tag{4}$$

Lungimea mediană a generatoarei de divizare:

$$R_m = R_e - b/2 \tag{5}$$

Lungimea interioară a generatoarei de divizare:

$$R_i = R_e - b \tag{6}$$

Modulul median:

$$m_m = m \cdot R_m / R_e \tag{7}$$

Diametrele de divizare mediane:

$$d_{m1,2} = m_m \cdot z_{1,2} \tag{8}$$

Semiunghiurile conurilor de divizare:

$$\delta_1 = \mathrm{arctg}\frac{\sin\Sigma}{u + \cos\Sigma} \quad \text{şi} \quad \delta_2 = \Sigma - \delta_1 \tag{9}$$

Coeficientul deplasării radiale de profil: $x_{r1,2}$ (tabelul 1);

Coeficientul deplasării tangențiale de profil: $x_{t1,2}$ (tabelul 2);

Tabelul 1 *Coeficientul deplasării radiale de profil* x_{r1} *pentru angrenaje conice ortogonale cu dinți drepți* ($x_{r2} = -x_{r1}$)

z_1	Rapoarte de transmitere $i_{1,2}$											
	1	**1,12**	**1,25**	**1,4**	**1,6**	**1,8**	**2**	**2,5**	**3,15**	**4**	**5**	**≥ 6,3**
12	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,53	0,56	0,57	0,58
13	-	-	-	-	-	-	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55	0,56
14	-	-	-	0,27	0,34	0,38	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53	0,54
15	-	-	0,18	0,25	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51	0,52
16	-	0,10	0,17	0,24	0,30	0,35	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49	0,50
18	0	0,09	0,15	0,22	0,28	0,33	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46	0,47
20	0	0,08	0,14	0,20	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43	0,44
25	0	0,07	0,13	0,18	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39	0,40
30	0	0,06	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34	0,35
40	0	0,05	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28

Tabelul 2 *Coeficientul deplasării tangențiale de profil* x_{t1} *pentru angrenaje conice ortogonale cu dinți drepți* ($x_{t2} = -x_{t1}$)

β_m	Rapoarte de transmitere $i_{1,2}$									
	1... 1,3	**1,3... 1,6**	**1,6... 1,9**	**1,9... 2,25**	**2,25... 2,75**	**2,75... 3,5**	**3,5... 4,5**	**4,5... 6**	**6... 8**	**8... 10**
$0^0...15^0$	-	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12

Înălțimea exterioară a capului dintelui:

$$h_{ae1,2} = \left(h_{0a}{}^{*} + x_{r1,2}\right) \cdot m \tag{10}$$

Înălțimea exterioară a piciorului dintelui:

$$h_{fe1,2} = \left(h_{0a}{}^{*} + c_0{}^{*} - x_{r1,2}\right) \cdot m \tag{11}$$

Înălțimea exterioară a dintelui:

$$h = h_a + h_f \tag{12}$$

Unghiul piciorului dintelui:

$$\theta_{f1,2} = \mathrm{arctg}(h_{fe1,2} / R_e) \tag{13}$$

Unghiul capului dintelui:

$$\theta_{a1,2} = \theta_{f1,2} \tag{14}$$

Semiunghiul conului de cap:

$$\delta_{a1,2} = \delta_{1,2} + \theta_{a1,2} \tag{15}$$

Semiunghiul conului de picior:

$$\delta_{f1,2} = \delta_{1,2} - \theta_{f1,2} \tag{16}$$

Diametrul de divizare exterior:

$$d_{1,2} = m \cdot z_{1,2} \tag{17}$$

Diametrul cercului de cap exterior:

$$d_{ae1,2} = d_{1,2} + 2 \cdot h_{ae1,2} \cdot \cos\delta_{1,2} \tag{18}$$

Diametrul de picior:

$$d_{f1,2} = d_{1,2} - 2 \cdot h_{fe1,2} \cdot \cos\delta_{1,2} \tag{19}$$

Înălțimea exterioară a conului de cap:

$$H_{ae1,2} = R_{e1,2} \cdot \cos\delta_{1,2} \mp h_{ae1,2} \cdot \sin\delta_{1,2} \tag{20}$$

Înălțimea interioară a conului de cap:

$$H_{ai1,2} = H_{ae1,2} - b \cdot \cos\delta_{a1,2} \tag{21}$$

3. Determinarea parametrilor roților dințate conice

Determinarea modulului danturii conice se realizează prin metoda măsurării diametrului de cap pe conul exterior.

Înlocuind relațiile (17) și (10) în relația (18) se obține:

$$m_c = \frac{d_{ae1,2}}{z_{1,2} + 2 \cdot (h^*_{0a} + x_{r1,2}) \cdot \cos\delta_{1,2}} \tag{22}$$

Valoarea astfel calculată se rotunjeşte la o valoare standardizată m pentru modulul danturilor conice (tabelul 3).

După stabilirea numărului de dinţi, a modulului standard şi a deplasărilor de profil (radială şi tangenţială) se pot calcula parametrii geometrici pentru roata conică măsurată.

Tabelul 3 *Valoarea modulului m_n, pentru mecanica generală şi grea (STAS 822-82)*

Serie uzuală	**1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80**
Seria mai puţin utilizată	1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55; 70; 90; 100

4. Modul de lucru

1) Se numără dinţii roţilor care formează angrenajul conic z_1 şi z_2;

2) Se măsoară diametrul de cap pe conul exterior d_{ae};

3) Se determină raportul de transmitere i_{12} cu relaţia (1);

4) Se aleg deplasările de profil: radială x_r şi tangenţială x_t din tabelul 1 (funcţie de numărul de dinţi la pinion şi raportul de transmitere) respectiv tabelul 2 (pentru unghi de înclinare a danturii egal cu zero funcţie de raportul de transmitere);

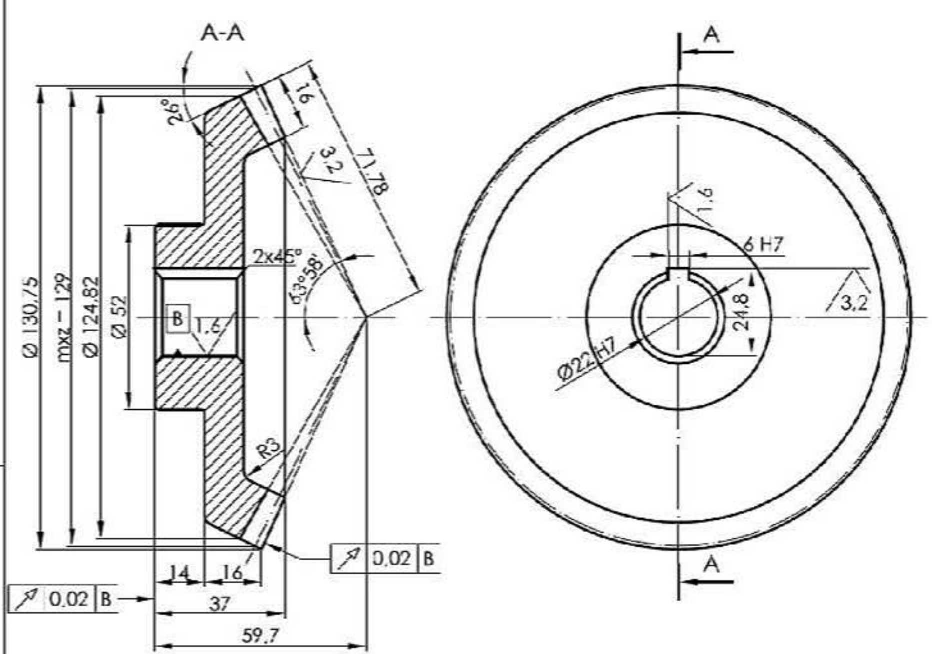
5) Se calculează semiunghiurile conurilor de divizare δ_1 şi δ_2 folosind relaţiile (9);

6) Se determină valoarea modulului m_c pe conul frontal exterior, relaţia (22) şi se normalizează, după STAS, la valoarea m din tabelul 3;

7) Se calculează elementele geometrice ale roţii dinţate, relaţiile (2) ... (8) şi (10) ... (21).

Bibliografie

1. STAS 6844 – 80, *Angrenaje conice cu dinţi drepţi de uz general. Profilul şi roata plană de referinţă.*
2. Creţu, S., Hagiu, Gh., Grigoraş, Ş., Leohchi, D., Hantelmann, M., Bălan, R., 1992, *Proiectarea angrenajelor*, Rotaprint Iaşi.
3. Gafiţanu, M., Creţu, S., Pavelescu, D., Racocea, C., Rădulescu, Gh., Coca, D., Rădăuceanu, D., Tuleaşcă, C., Vornicu, I., 1983, *Organe de maşini*, vol. II, Ed. Tehnică, Bucureşti.
4. Moldovean, Gh., Velicu, D., Chişu, E., Velicu, R., Jula, A., Huidan, L., Vişa, I., Gavrilă, C., 2001, *Angrenaje cilindrice şi conice. Calcul şi construcţie*, vol. I, Editura Lux Libris, Braşov.



Modulul		3
Numărul de dinți		43
Roata plană de referință		20°-1-0,25
Diametrul exterior de divizare		129
Deplasarea specifică radială		-0,335
Deplasarea specifică tangențială		-0,030
Clasa de precizie și jocul		7-JC
Unghiul între axe		90°
Roata	Nr. desen	RD-13.05
conjugată	Nr. dinți	21
Bătaia radială a danturii		0,025
Unghiul piciorului dintelui		3°47'
Înălțimea dintelui		6,75
Lungimea generatoarei de divizare		71,78

Material: 1C45-SR EN 10084 6,3/ (√)

- Se va îmbunătăți la 55 ... 65 HRC
- Dimensiunile canalului de pană conform SR ISO 3912
- Razele necotate se vor rotunji cu R1
- Muchiile ascuțite se vor teși a 1x45°
- Toleranțe la cote libere ISO 2768-m

LOC INDICATOR

5. Moldovean, Gh., Velicu, D., Chişu, E., Velicu, R., Jula, A., Huidan, L., Vişa, I., Gavrilă, C., 2002, *Angrenaje cilindrice şi conice. Metodici de proiectare*, vol. II, Editura Lux Libris, Braşov.
6. Rădulescu, Gh., Miloiu, Gh., Gheorghiu, N., Muntean, C., Vişa, F., Ionescu, N., popovici, V., Dobre, Gh., Raşeev, M., 1986, *Îndrumar de proiectare în construcţia de maşini*, vol. III, Ed. Tehnică, Bucureşti.
7. Velicu, D., Moldovean, Gh., Velicu, R., 2004, *Proiectarea angrenajelor conice şi hipoide*, Editura Universităţii Transilvania, Braşov.